

Análisis de una Experiencia PBL en una Asignatura Troncal de Electrónica General

M. Perales, F. Barrero, S. Toral

Departamento de Ingeniería Electrónica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Camino de los descubrimientos s/n, 41092 Sevilla
mperales@us.es

Abstract—La iniciación en la enseñanza relacionada con las tecnologías electrónicas en las diferentes titulaciones de ingeniería se ha venido realizando de manera habitual mediante la impartición de clases teóricas que plantean los conceptos básicos asociados a la electrónica analógica y digital. Este planteamiento se ha demostrado poco motivante para los alumnos, fundamentalmente porque no acerca los sistemas electrónicos reales a la clase. Para conseguir este acercamiento se rediseñó una asignatura troncal de electrónica general y 2º curso en el grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla. La metodología docente planteada reduce el contenido de las clases teóricas del curso, aumentando la coordinación entre la parte teórica y práctica de la asignatura mediante la inclusión en el temario de una metodología docente de aprendizaje basada en problema (PBL). La asignatura se impartió por primera vez durante el curso 2011-2012. En este artículo se describen la experiencia y los resultados obtenidos durante los primeros cursos de impartición de la nueva metodología docente.

Keywords— PBL, teaching process.

I. INTRODUCCIÓN

El sistema universitario español ha experimentado un cambio notable para adaptarse al proceso de globalización impulsado por la Unión Europea con la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). La Declaración de La Sorbona enfatiza el papel central de las universidades en el desarrollo de la dimensión cultural europea, resaltando la creación del EEES como una forma de promover la movilidad y el empleo de los ciudadanos y el desarrollo de todo el continente [1], manifestando asimismo el deseo europeo de creación de la “Europa del Conocimiento”. Un factor importante de este nuevo marco hacia el que convergen en la actualidad las universidades europeas es el aprendizaje para toda la vida, concepto que sustenta el interés por criterios tan actuales en el vocabulario relacionado con las metodologías docentes tales como “aprender a aprender” o “aprender realizando” [2]. Estos cambios que afectan a todas las Universidades Europeas, están afectando igualmente al planteamiento de los nuevos planes de estudio que se están terminando de implantar en las Escuelas de Ingeniería de España en las que se ha producido un importante cambio en la metodología docente, traducido, entre otros aspectos, en el mayor peso de las clases de tipo práctico frente a las clases teóricas, al fomentarse el concepto de aprender-realizando.

Este concepto es especialmente difícil de trasladar a asignaturas obligatorias, como es el caso de “Electrónica General” de 4,5 créditos, 2º curso y 2º cuatrimestre del nuevo grado de Ingeniería en Tecnología Industrial, debido al elevado número de alumnos inscritos (más de 400 alumnos matriculados en cada año académico celebrado desde su impartición por primera vez en el curso 2011-2012). La asignatura en la que se centra este trabajo de mejora e innovación docente es la primera asignatura del área de conocimiento “tecnología electrónica” que ven los alumnos del grado. Muchos de estos alumnos (la gran mayoría de los 400 matriculados por curso académico) no escogen una especialidad que les permita profundizar el conocimiento adquirido en la asignatura y relacionado con la tecnología electrónica. Este hecho hace que los profesores de la asignatura se hayan replanteado la metodología docente empleada hasta la fecha, basada en el método de enseñanza tradicional y la clase magistral. El objetivo perseguido pasa por un cambio en el contenido y continente de la materia a impartir, tal y como se describe en [3]-[4]. Así, la materia se aborda de forma completamente diferente a como se hacía anteriormente. En lugar de introducir al alumno en la electrónica a partir de los conceptos más elementales (física de semiconductores y componentes o dispositivos elementales), con el objetivo de abordar la temática desde el punto de vista de las aplicaciones finales y el desarrollo de un sistema electrónico práctico, la metodología docente empleada en la nueva asignatura parte de la descripción de sistemas reales, centrándose en cómo la electrónica ayuda y se integra en el desarrollo de dichos sistemas. Los conceptos básicos relacionados con la tecnología electrónica tanto analógica como digital no se han descartado totalmente, pero se han simplificado notablemente en su exposición a los alumnos, primando la aplicación final y el interés industrial de los sistemas electrónicos. La materia se complementa con una experiencia PBL que representa aproximadamente el 30% del total lectivo asignado a la asignatura y que intercala clases magistrales con el desarrollo y análisis de un sencillo sistema electrónico que incorpora componentes de las diferentes ramas de la electrónica. Durante la experiencia PBL los alumnos son guiados en el análisis de las diferentes etapas de diseño, fabricación, construcción y programación de un sistema electrónico real, con aplicación industrial. En este trabajo se analizan los resultados obtenidos con la aplicación de la nueva metodología docente, toda vez que se ha impartido ya a lo largo de dos cursos académicos. Se

plantean asimismo las conclusiones obtenidas a partir de las calificaciones obtenidas por los alumnos así como de una encuesta de evaluación de la metodología docente empleada rellena por los alumnos que han cursado la nueva asignatura y por los que cursaron la asignatura equivalente en los antiguos planes de estudio.

II. CONTEXTO DOCENTE

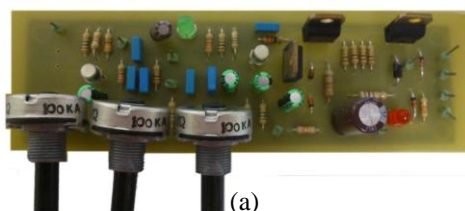
La experiencia docente que se presenta en este trabajo se refiere a la asignatura Electrónica General, asignatura adscrita al segundo curso de la titulación de Grado de Ingeniero en Tecnologías Industriales, e impartida durante el segundo cuatrimestre en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías de la Universidad de Sevilla. Esta asignatura es troncal, obligatoria para todos los alumnos, y es el primer acercamiento a la tecnología electrónica que tienen los alumnos en el grado. Antes de cursarla, la única base teórico-práctica previa con cierta relación a los estudios que se imparten en la asignatura con la que cuentan los alumnos es la de una asignatura denominada Circuitos Eléctricos en la que estudian las leyes básicas de los circuitos eléctricos (Ohm, Kirchhoff, etc.). Más significativo resulta el hecho de que el grado cuenta con un total de 11 intensificaciones diferentes, siendo la asignatura Electrónica General la única en la que se estudia algún temario relacionado con la Tecnología Electrónica para 8 de estas intensificaciones. Es necesario, por tanto, abarcar una cantidad ingente de contenidos para que los alumnos perciban el interés y utilidad industrial de esta área, algo que resulta materialmente imposible en una asignatura que el plan de estudios determina de tipo cuatrimestral con únicamente 4,5 créditos.

Algo similar ocurría en el plan de estudios anterior, presentado en el año 1998, en el que una única asignatura común de electrónica, denominada Sistemas Electrónicos, era impartida a todos los alumnos de la titulación, ocurriendo también que la mayoría de los alumnos no volvían a ver ninguna asignatura de electrónica en la carrera. De hecho, en el plan antiguo la intensificación de electrónica contó desde el principio con un número muy reducido de alumnos, no llegando nunca a ser ni el 2% de los alumnos que cursaban Ingeniería Industrial. Evidentemente, hay múltiples factores que explican esta tendencia, como la existencia de otras titulaciones que podríamos considerar como más afines al área de Tecnología Electrónica, como es el caso de la titulación de Ingeniería de Telecomunicaciones, o la propia inercia existente en muchas Escuelas de Ingeniería que asocian la Ingeniería Industrial con Ingeniería Mecánica o de Organización. En cualquier caso, el hecho de que la asignatura común de electrónica tuviese tan poca aceptación entre los alumnos se piensa que también pudo influir en esta tendencia. Por ello, en el diseño de la nueva asignatura se ha tenido especial cuidado en tratar de hacer la materia más interesante para todos los alumnos, acercando a estos un conocimiento más general y práctico sobre la Tecnología Electrónica, aún a costa de perder profundidad teórica y de conceptos.

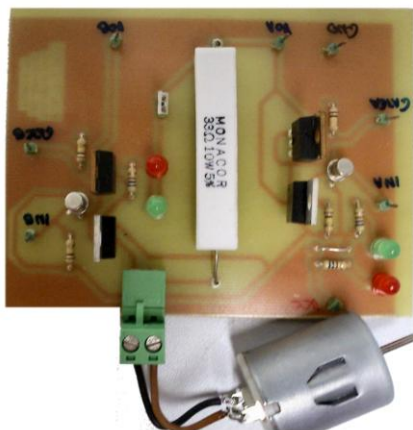
III. LA ASIGNATURA ELECTRÓNICA GENERAL

La asignatura se ha estructurado, tal y como se describe en detalle en [3]-[4], en las siguientes partes:

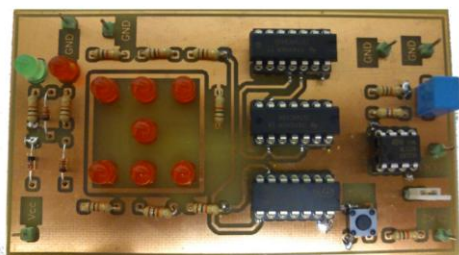
- 1ª parte. Introducción (1 semana). Esta parte incluye los siguientes contenidos: presentación de la asignatura, definición de la electrónica, su utilidad e historia, introducción de electrónica analógica y digital así como de áreas de la electrónica (potencia, control, comunicaciones, cálculo, sensores e instrumentación).
- 2ª parte. Electrónica analógica (4 semanas). En esta parte se describen contenidos relacionados con los elementos básicos de la electrónica analógica (la unión PN y el diodo, los transistores BJT y MOSFET, el amplificador operacional, así como aplicaciones basadas en componentes analógicos tales como los rectificadores y filtros, interruptores y drivers y otros sistemas electrónicos analógicos lineales como el amplificador de audio o circuitos de adaptación de señales y no lineales relacionados con la electrónica de potencia).
- 3ª parte. Sistemas Electrónicos Digitales (3 semanas). En este caso los contenidos se detallan partiendo del sistema microprocesador y sistemas electrónicos digitales de aplicación industrial, su funcionamiento, componentes y utilidad, para llegar al planteamiento de los dispositivos elementales (codificadores y decodificadores, multiplexores y demultiplexores, latches y biestables, y finalmente puertas básicas) que permitan enlazar y relacionar la electrónica analógica y digital.
- 4ª parte. Diseño de un sistema electrónico utilizando el método “Problem Based Learning (PBL)” (4 semanas de teoría + 2 prácticas en paralelo). Consiste en definir un problema, analizarlo, proponer una solución basada en una estructura y dispositivos definidos por el profesor, para llevarla a cabo posteriormente en el laboratorio. En nuestro caso y para los primeros cursos académicos de la nueva asignatura, se realiza un sistema microprocesador para el control de la temperatura de un habitáculo. Se utiliza un microprocesador MSP430G2231 para la implementación de un termostato con histéresis, varios displays de 7 segmentos para visualización de la temperatura, un potenciómetro de ajuste de referencia, así como algunos amplificadores, filtros comparadores, relés y drivers y un dispositivo de tipo NTC (Negative Temperature Coefficient thermistors) para la medida de la temperatura ambiente. Siendo esta asignatura la única de electrónica que verán muchos de los alumnos inscritos, interesa especialmente remarcar el carácter práctico de la misma, incidiendo en los aspectos de ingeniería industrial del diseño electrónico, como pueden ser entre otros: la búsqueda de información y soluciones, la capacidad de selección de tecnologías con criterio, la valoración económica de los diseños electrónicos y el conocimiento de las distintas tecnologías de fabricación de circuitos. En esta parte de la asignatura se hará un particular hincapié en las competencias anteriormente enumeradas. En la Fig. 1 se muestra el sistema empleado en esta parte de la asignatura.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 1. Placas empleadas en las prácticas. (a) preamplificador de audio; (b): puente en H; (c): dado electrónico; (d): placa montada en la parte 4 (pbl)

Un total de 4 prácticas complementan el contenido de la

asignatura. Estas prácticas se centran en la presentación a los alumnos de los principales componentes y equipos electrónicos que se encontrarán en un laboratorio de electrónica (multímetro, fuente de alimentación, generador de señal y osciloscopio), así como en el análisis de 3 sistemas electrónicos: preamplificador de audio con etapa de potencia, puente H y dado electrónico. El material lectivo del curso está disponible en [5]. En la figura 1 se muestran las placas usadas para las prácticas de laboratorio, junto con la placa desarrollada en la cuarta parte de la asignatura, siguiendo la metodología basada en PBL presentada.

El curso 2011-12 fue el primero en el que se impartió la asignatura objeto de este trabajo, aunque la programación docente planteada inicialmente no pudo completarse a causa de una huelga de alumnos realizada al final del cuatrimestre. Este primer curso se matricularon en la asignatura un total de 395 alumnos. A pesar de la falta de tiempo y el excesivo número de alumnos, la asignatura se desarrolló de manera bastante satisfactoria, tanto en lo referido a resultados académicos, tal y como se verá a continuación, como en satisfacción del alumnado, a tenor de los resultados de la encuesta que se incluyen en este documento.

A. Resultados académicos

Sobre el total de 395 alumnos matriculados, 311 (79%) superaron la asignatura, con la siguiente distribución de notas:

- 142 aprobados
- 166 notables
- 3 sobresalientes

Conviene destacar también el resultado obtenido en cuanto a asistencia a las clases obligatorias de la parte 4, aquella en la que se desarrolló el PBL. Un 88% de los alumnos matriculados, 348 en total, asistieron a las clases y entregaron las tareas. Sobre los alumnos que siguieron la parte 4 de la asignatura, 310 aprobaron esta parte antes de la evaluación final con las entregas de los trabajos planteados. La gran mayoría de los que no lo consiguieron fue por entregarlas fuera de plazo. Estos datos merecen ser destacados, por cuanto se puede concluir que la parte 4 (PBL) ha contribuido decisivamente a que los alumnos no abandonen la materia, hagan un seguimiento semanal de la misma, y la aprueben en la primera convocatoria oficial.

Como ya se ha comentado anteriormente, el curso terminó de manera abrupta, no pudiéndose realizar la última práctica del PBL en la que los alumnos terminaban de montar y programaban el microcontrolador del sistema. Aún así, muchos alumnos lo hicieron de manera voluntaria, montándose unas 50 placas en el laboratorio (el 80% del total de placas encargadas por los alumnos a principios de curso).

Se observó un problema importante a la hora de corregir las tareas, dado que las cuatro clases dedicadas al PBL estaban juntas y al final en la planificación lectiva que se planteó para la asignatura. Esto llevó a que en un plazo muy corto los alumnos tenían que entregar muchos trabajos, coincidiendo además con el final del curso y con la problemática de la huelga. Los profesores de la asignatura tuvieron asimismo que

corregir todas las tareas con mucha premura para poder tener las notas antes del examen final.

B. Encuesta comparativa con Sistemas Electrónicos

Aprovechando el hecho de que aún coexisten en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías de la Universidad de Sevilla alumnos del plan antiguo, que habían cursado la asignatura de Sistemas Electrónicos, y del plan nuevo, se diseñó una encuesta de valoración de la actividad docente para ser respondida por los dos grupos de alumnos independientemente: por un lado los alumnos que cursaron en su día la asignatura de Sistemas Electrónicos del plan de 1998, y por otro los que han cursado la nueva asignatura, Electrónica General. La encuesta consta de un total de 37 ítems, referidos a los diversos métodos y materiales docentes, así como al papel del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la Tabla I se citan los ítems de la encuesta que los alumnos tenían que evaluar de 1 a 5 puntos.

TABLE I. ÍTEMES DE LA ENCUESTA COMPARATIVA

Nº	Item
1	Interés de los temas impartidos
2	Coordinación entre los temas
3	Calidad de la documentación
4	Globalmente estoy satisfecho con la formación recibida
5	La materia se entiende fácilmente
6	El material necesario para seguir el tema es suficientemente claro
7	El material que se entrega con el tema resulta muy útil para poder aprender los conceptos que se explican
8	El nivel de comprensión tras asistir al curso es aceptable
9	Durante el tema se muestran ejemplos reales
10	Las herramientas y medios con los que se imparte el tema se adecúan a su explicación
11	El tema cubre las necesidades formativas del alumno
12	El aprendizaje del alumno se ve mejorado por la variedad de dispositivos y equipos utilizados durante la explicación
13	El alumno puede resolver las dificultades encontradas durante la explicación de la materia
14	El profesorado es accesible y dispuesto a resolver las dudas que surgen
15	El equipo y los medios disponibles facilitan la detección y resolución de las dudas
16	Valore el grado en el que el curso permite la participación del alumno
17	El alumno tiene la posibilidad de contrastar diferentes alternativas durante la explicación
18	La materia es fácil de seguir
19	El nivel de la materia se adecúa al nivel formativo del alumno
20	El material usado en el curso se adecúa a las explicaciones teóricas
21	El entorno de clase es amigable
22	El tiempo dedicado a la materia explicada es el adecuado
23	Los profesores de la asignatura motivan a los alumnos
24	Disfruto durante la explicación de la materia
25	Asistir al curso me resulta una actividad motivante
26	Durante el curso me siento parte de un grupo
27	Aprovecho las ocasiones para participar en el curso
28	Suelo tomar iniciativas a la hora de resolver las preguntas que se plantean en el curso
29	Los profesores de la asignatura fomentan la participación en clase
30	Los miembros del grupo de clase favorecen la participación del resto
31	En general, según mi experiencia en este curso, me gusta asistir al mismo
32	Encuentro que la asistencia a clase mejora mi aprendizaje
33	Valore la calidad de las clases recibidas en el curso
34	Valore en qué medida considera la asistencia a este curso supone

	una actividad positiva en la que ha aprendido algo
35	Valore globalmente el material disponible para el curso
36	Valore globalmente los equipos didácticos usados durante el curso
37	Valore globalmente cómo de satisfecho se encuentra con la asistencia a este curso

Los resultados de la encuesta muestran de forma general una excelente valoración de la asignatura, con mucho mejor que la valoración que los alumnos hacen de la asignatura Sistemas Electrónicos. En la Fig. 2 se muestran los resultados obtenidos por una y otra asignatura. Observando los resultados es evidente la mejoría obtenida en general, siendo muy notable por ejemplo el incremento experimentado en el interés de los temas (de 2,6 a 4,1) o en la valoración global de la satisfacción (de 1,8 a 3,8). También es fácil ver que ninguno de los ítems valorados por los alumnos de la asignatura de Sistemas Electrónicos llega al valor intermedio, 3, mientras que casi todos los resultados de la nueva asignatura están por encima de este valor, y bastantes por encima de 4.

IV. RESULTADOS EN EL CURSO 2012-13

A pesar de los buenos resultados obtenidos, comparando con la asignatura precedente en el antiguo plan de estudios, el segundo año en que se impartió la asignatura se llevaron a cabo algunos pequeños cambios, principalmente en la organización y planificación de la asignatura. Entre estos cambios destaca que las clases de la parte 4, dedicada a la experiencia PBL, se distribuyeron durante el curso, de la siguiente manera:

- La primera clase (en la que se expone el proyecto a realizar, se debaten los diferentes métodos disponibles para hacerlo -analógico, digital, programable, etc.-, se elige el sensor de temperatura a usar -dispositivo NTC- y se llega a la conclusión de que será necesario un circuito de adaptación que todavía no pueden diseñar por no haber estudiado electrónica analógica de la asignatura) se impartió tras acabar la introducción y la definición de los componentes básicos de la electrónica (parte 1 de la asignatura).
- La segunda clase se impartió al finalizar la parte 2 de la asignatura, centrada en introducir al alumno la Electrónica Analógica. En esta segunda sesión, los alumnos, que ya son capaces de diseñar o al menos de entender el interés de la electrónica analógica, analizan el circuito de adaptación necesario para poder medir la temperatura en el rango que requiere el sistema electrónico estudiado.
- Las clases tercera y cuarta se imparten al final, cuando ya han estudiado los circuitos digitales, tanto discretos como programables. De esta manera, el alumno puede enfrentarse al análisis del diseño hardware del circuito (tercera clase), y a su programación (cuarta clase). Al alumno se le muestra cómo hacer el programa asociado al sistema microprocesador diseñado y qué deben tener en cuenta para ello, aparte de otra serie de consideraciones finales relacionadas con la experiencia como son el uso de programas de diseño de circuitos impresos, simuladores, etc.

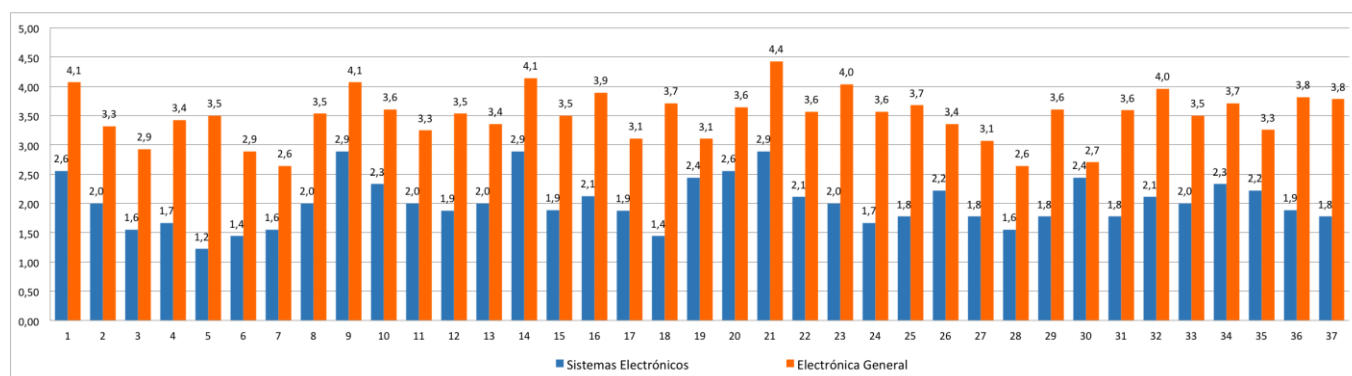


Fig. 2. Resultados de la encuesta comparativa entre la asignatura Electrónica General y Sistemas Electrónicos

Con la nueva organización docente se han pretendido alcanzar varios objetivos. En primer lugar, repartir la docencia asociada al PBL para que los alumnos puedan ir asimilando el proceso poco a poco. En segundo lugar, conseguir despertar en los alumnos el interés por la electrónica durante la asignatura, de manera que al estudiar los diferentes campos de la electrónica tengan en mente para qué les puede servir en su diseño. Finalmente, escalar el esfuerzo tanto por parte del alumnado, como por parte del profesorado en cuanto a la corrección, realizando las tareas de manera progresiva durante todo el cuatrimestre.

En este segundo curso, el número de alumnos matriculados fue ligeramente inferior al anterior, 369 alumnos, aunque la asistencia fue mayor porcentualmente (95% de matriculados) por lo que el número de alumnos que siguió la experiencia fue prácticamente el mismo (343 este segundo curso frente a 348 del primero). Los resultados académicos cosechados este segundo curso fueron incluso mejores que los del primer curso, obteniendo un 92% de aprobados en primera convocatoria, con la siguiente distribución de notas:

- 198 aprobados
- 115 notables
- 24 sobresalientes
- 2 matrículas de honor

Se estima que estos resultados han sido tan positivos debidos, en parte, a la realización por parte de los alumnos de las tareas escalonadas durante todo el cuatrimestre. Esto ha favorecido aún más que la asignatura no haya sido abandonada por los alumnos, o dejada para ser estudiada al final. Amén de estos buenos resultados académicos, las encuestas oficiales realizadas por la Universidad a los alumnos muestran una gran satisfacción por la docencia recibida, especialmente en lo referente a la experiencia PBL (parte 4) de la asignatura. Para analizar el grado de satisfacción y de utilidad que los alumnos ven en la experiencia PBL se elaboró una pequeña encuesta (Tabla II), que se pasó a los alumnos que han cursado la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales, en tercer curso del mismo grado. Esta asignatura sólo la cursan aquellos que eligen la especialidad de electrónica, automática o eléctrica (3 de las 11 intensificaciones del grado). En todo caso, es importante tener en cuenta que existe un cierto sesgo positivo en la población a la que se somete la encuesta, habida cuenta

que sólo se ofrece a alumnos a los que en principio les interesa la electrónica y áreas afines. Las preguntas hacen referencia, como se ha comentado, a las tareas y el desarrollo de la experiencia PBL. Los resultados, que se muestran en la Fig. 3 se han segmentado por especialidad, separando los alumnos que han elegido ya entre las tres especialidades comentadas.

TABLE II. ITEMS DE LA ENCUESTA ACERCA DE LA PARTE 4

Nº	Item
1	La asignatura me ha parecido fácil
2	La asignatura me ha parecido interesante
3	Pienso que he aprendido con la asignatura
4	El diseño realizado en el PBL me ha resultado interesante
5	Las tareas realizadas eran fáciles
6	Las tareas eran útiles y con ellas aprendí
7	Las prácticas me han resultado interesantes
8	El montaje de la placa final es instructivo

Haciendo una primera valoración de los resultados, es evidente y llamativo que aquéllos alumnos que han elegido la especialidad de electrónica otorgan mejores puntuaciones que los de las otras dos especialidades en prácticamente todas las cuestiones. Los resultados son en general bastante buenos, si bien se observa que para muchos alumnos las tareas que se realizan a la vez útiles y fáciles, lo que indica que la parte 4 ha contribuido en gran medida a la mejora del seguimiento de la asignatura por parte de los alumnos, así como de los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas..

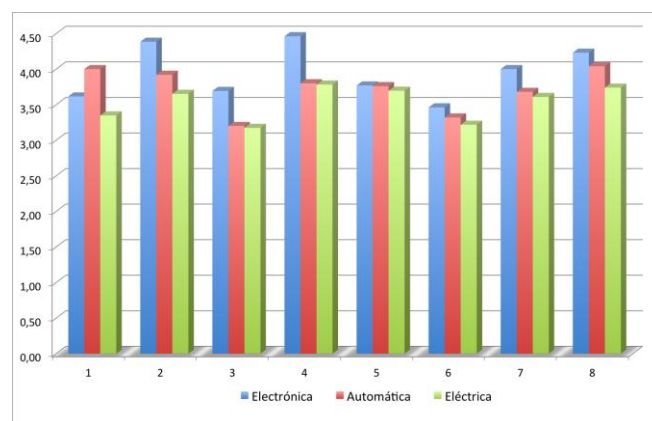


Fig. 3. Resultados de la encuesta segmentada por especialidades

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta y analiza la metodología docente empleada en una asignatura troncal de electrónica general y 2º curso en el grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla. La metodología docente empleada potencia la descripción del interés, la utilidad y el uso de sistemas electrónicos reales, simplificando notablemente la exposición al alumnado de conceptos elementales como la física de semiconductores y componentes o dispositivos básicos. La nueva metodología se ha analizado después de aplicarse dos cursos académicos completos. Del análisis de los resultados obtenidos se puede deducir que el método docente propuesto es efectivo, consiguiendo una gran motivación en el alumnado y un aumento notable en el seguimiento de la asignatura (altos niveles de alumnos aprobados y de presentados sobre matriculados). Aparte de los resultados meramente académicos, la opinión de los alumnos sobre la nueva metodología ha sido analizada, comparando los resultados con los obtenidos en asignaturas equivalentes en planes de estudio en extinción. Los resultados obtenidos confirman la utilidad de la nueva metodología docente, al valorar los alumnos la asignatura como interesante e instructiva. Una parte importante de este cambio de valoración

subyace sobre la inclusión de una experiencia PBL (parte 4) en la metodología docente, como se deduce asimismo de la encuesta realizada a los alumnos que cursaron la asignatura el curso académico 2012-13 de donde se deduce el notable interés que despierta en el alumnado el montaje, manejo y programación de un sistema electrónico real.

REFERENCES

- [1] Musselini, C. "Towards a European academic labour market: Some lessons drawn from empirical studies on academic mobility", *Higher Education*, vol. 48, pp. 55-78, 2004.
- [2] Suárez, B. "La sociedad del conocimiento: una revolución en marcha", Seminario REBIUN. Palma de Mallorca, 2003. J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [3] Perales, M., Barrero, F., Toral, S. "Experiencia PBL en una Asignatura Troncal de Electrónica General", 11º Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE'2012), Vigo, España, Junio de 2012. Premio al mejor artículo en el área de metodologías docentes.
- [4] Perales, M., Barrero, F., Toral, S., Durán, M.J. "Experiencia PBL en una Asignatura básica de Electrónica", *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, Vol. 7, No. 4, pp. 223-230, 2012.
- [5] <http://www.dinel.us.es/docencia/index.php?c=3&d=1&titulacion=11&asignatura=61>.